

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-071451

(43)Date of publication of application : 21.03.2001

(51)Int.Cl.

B41C 1/05
B23K 26/00
B23K 26/06
B41N 1/06

(21)Application number : 11-254354

(71)Applicant : RICOH MICROELECTRONICS CO
LTD

(22)Date of filing : 08.09.1999

(72)Inventor : KINOSHITA SHINGEN

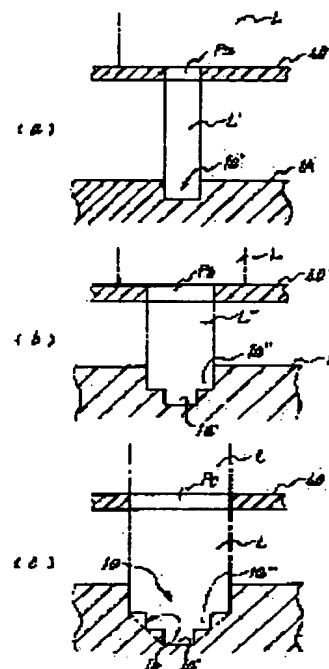
(54) INTAGLIO, MANUFACTURE OF INTAGLIO AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an intaglio of long life not generating cracks on corners of the intaglio and also provide a manufacturing method for the intaglio and a device thereof.

SOLUTION: In an intaglio manufacturing method, when laser beams L are emitted to an intaglio material 1A to form a recess 1a on the intaglio material 1A, an emission area and the emission time for the laser beams L to the intaglio material 1A are varied successively, and processed patterns corresponding to the image area of the laser beams L and the recess 1a' of the depth corresponding to the emission time of the laser beams L are successively formed on the intaglio material 1A.

Thus, based on the relation between the emission area of the laser beams L to the intaglio material and the emission time of the laser beams L emitted onto the intaglio material 1A, the shape of corners 1b of the recess 1a can be formed into the shape close to the step-shaped bevel shape or almost to the round shape to increase the mechanical strength of the corners 1b, and the intaglio of the long life on which cracks are hard to be generated on the corners 1b thereof is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3533600

[Date of registration] 19.03.2004

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-71451

(P2001-71451A)

(43)公開日 平成13年3月21日(2001.3.21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
B 4 1 C 1/05		B 4 1 C 1/05	2 H 0 8 4
B 2 3 K 26/00	3 3 0	B 2 3 K 26/00	3 3 0 2 H 1 1 4
	26/06	26/06	J 4 E 0 6 8
B 4 1 N 1/06		B 4 1 N 1/06	

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-254354

(22)出願日 平成11年9月8日(1999.9.8)

(71)出願人 593128172

リコーマイクロエレクトロニクス株式会社
鳥取県鳥取市北村10番地3

(72)発明者 木下 真言

鳥取県鳥取市北村10番地3 リコーマイクロエレクトロニクス株式会社内

(74)代理人 100098626

弁理士 黒田 壽

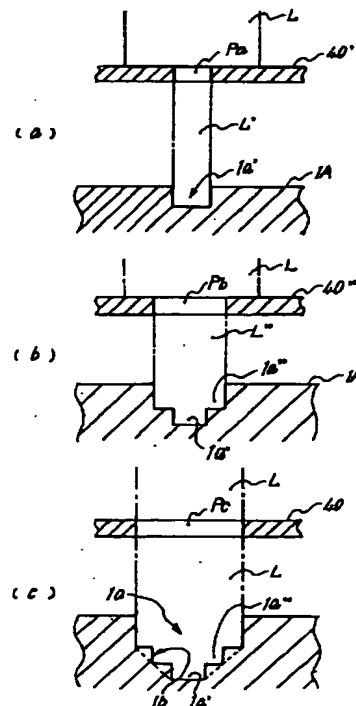
Fターム(参考) 2H084 AA05 AA32 AE05 BB04 BB13
CC03
2H114 AA02 BA05 DA04 DA56 DA73
EA01 EA03
4E068 AF01 CB05 CD10 CD13

(54)【発明の名称】 凹版並びに凹版の製造方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 凹部のコーナー部にクラックが発生することがない長寿命な凹版並びに該凹版の製造方法及びその装置を提供すること。

【解決手段】 凹版材1 AにレーザービームLを照射して凹版材1 Aに凹部1 aを形成する際に、凹版材1 Aに対するレーザービームLの照射面積及び照射時間を順次変化させて、レーザービームLの照射面積に応じた加工パターン及びレーザービームLの照射時間に応じた深さの凹部1 aを凹版材1 Aに順次形成する。これにより、凹版材1 Aに対するレーザービームLの照射面積と、凹版材1 Aに照射されるレーザービームLの照射時間との関係によって、凹部1 aのコーナー部1 bの形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になり、コーナー部1 bの機械的強度が増大され、コーナー部1 bにクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版であって、

上記凹部の底面と側面で構成されるコーナー部が、面取り形状またはアール形状に形成されていることを特徴とする凹版。

【請求項2】レーザービームによってアブレーション加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造方法であって、

上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材に上記レーザービームを照射して該凹版材に上記凹部を形成する際に、該凹版材に対する該レーザービームの照射面積及び照射時間を順次変化させて、該レーザービームの照射面積に応じた加工パターン及び該レーザービームの照射時間に応じた深さの凹部を該凹版材に順次形成することによって、該凹部の底面と側面で構成されるコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成することを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項3】請求項2の凹版の製造方法において、上記凹版材に対するレーザービームの照射面積を、順次増大させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項4】請求項2又は3の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路に、上記印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを有するアパーチャマスクを配置し、該アパーチャマスクの各アパーチャを該レーザービームの照射経路に順次選択的に臨ませ、該レーザービームの照射経路に順次臨む各アパーチャを通して上記凹版材に該レーザービームを順次照射することにより、該凹版材に対するレーザービームの照射面積を段階的に変化させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項5】請求項4の凹版の製造方法において、上記複数種のアパーチャを1つのアパーチャマスク上に形成し、該アパーチャマスクを上記レーザービームの照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って回転移動又は直線移動させることにより、該照射経路に各アパーチャを選択的に臨ませることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項6】請求項2又は3の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路に、上記印刷パターンに対応した形状の開口を有し且つ該開口のパターン面積を任意の値に設定できるシャッタを配置し、該シャッタの開口のパターン面積を変化させながら、該シャッタの開口

を通して上記凹版材に該レーザービームを照射することにより、該凹版材に対するレーザービームの照射面積を変化させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項7】エキシマレーザの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造方法であって、

上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材に、上記レーザービームを照射して該凹版材に上記凹部を形成する際に、該レーザービームのエネルギー密度を変化させて、該レーザービームによって該凹版材に彫り込まれる凹部の内壁の傾斜角度を順次変化させることにより、該レーザービームのエネルギー密度に応じた形状の凹部を該凹版材に形成することを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項8】請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザービームのエネルギー密度を順次増大させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項9】請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路に、集光率の異なった集光レンズを、順次交換しながら配置して、該レーザービームのエネルギー密度を変化させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項10】請求項7の凹版の製造方法において、上記エキシマレーザの駆動電圧を制御して、上記レーザービームのエネルギー密度を変化させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項11】請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路にアッテネータを配置し、該アッテネータにより該レーザービームの透過率を制御して、該レーザービームのエネルギー密度を変化させることを特徴とする凹版の製造方法。

【請求項12】エキシマレーザの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造装置であって、エキシマレーザと、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザービームを照射させる照射光学系と、

上記印刷パターンに対応し且つパターン面積比率が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを有するアパーチャマスクを、該レーザービームの照射経路に対して該アパーチャが対応するように保持するアパーチャマスク保持手段と、

該凹版材への該レーザービームの照射時に、該アパーチャマスクの各アパーチャを、該レーザービームの照射経路に対して順次選択的に入れ替えて対応させるアパーチャ入れ替え手段と、

該照射経路に順次対応した各アパーチャを通して該凹版材に該レーザービームを順次照射するレーザー駆動回路と、を有することを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項13】請求項12の凹版の製造装置において、上記アパーチャ入れ替え手段は、上記照射経路に、パターン面積が小さなアパーチャからパターン面積が大きなアパーチャの順に、各アパーチャを入れ替えて配置するように制御されることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項14】請求項12又は13の凹版の製造装置において、上記複数種のアパーチャは、1つのアパーチャマスク上に形成されており、上記アパーチャ入れ替え手段は、上記照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って該アパーチャマスクを回転移動又は直線移動させて該照射経路に入れ替えるように構成されていることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項15】エキシマレーザの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造装置であって、

エキシマレーザと、
上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、

該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザービームを照射させる照射光学系と、

該レーザービームの照射経路に配置され、上記印刷パターンに対応した形状の開口を有し且つ該開口のパターン面積を任意の値に設定できるシャッタと、

該凹部材への該レーザービームの照射時に、該シャッタの開口のパターン面積を変化させるシャッタ駆動手段と、
該シャッタの開口を通して上記凹版材に該レーザービームを照射するレーザー駆動回路と、
を有することを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項16】請求項15の凹版の製造装置において、上記シャッタ駆動手段は、シャッタの開口のパターン面積を順次増大させるように制御されることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項17】エキシマレーザの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷

するための凹版の製造装置であって、

エキシマレーザと、

上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、

該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザービームを照射させる照射光学系と、

該エキシマレーザを駆動するレーザー駆動回路と、

該凹版材への該レーザービームの照射時に、該レーザービームのエネルギー密度を変化させるエネルギー密度可変手段と、を有することを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項18】請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームのエネルギー密度を順次増大させるように制御されることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項19】請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームの照射経路に配置される集光率の異なった複数の集光レンズと、該凹版材への該レーザービームの照射時に、該照射経路に該集光レンズを順次選択的に交換して配置するレンズ交換手段と、で構成されていることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項20】請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記エキシマレーザの駆動電圧を制御する駆動電圧制御手段で構成されていることを特徴とする凹版の製造装置。

【請求項21】請求項17の凹版の製造方法において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームの照射経路に配置された該レーザービームの透過率を制御するためのアッテネータで構成されていることを特徴とする凹版の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、凹版並びに凹版の製造方法及びその装置に関し、詳しくは、印刷パターンとしての凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版並びに凹版の製造方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エキシマレーザやYAGレーザの高調波を使用したワークの加工は、非常に短い波長（193，248，266，308，351nm）のレーザービームにより誘起されるアブレーション反応によってワークを加工する非熱加工であり、CO₂レーザ（赤外線域の9～11μm）やYAGレーザの基本波（近赤外線域の1.064μm）などのような長波長のレーザービームによって誘起される熱効果による熱加工に比べて、加工精

度の優れたワーク加工が可能である。

【0003】このように非常に短い波長のアブレーション加工では、例えば、ポリイミド、ポリエステル、エポキシ、ポリカーボネート等の合成樹脂に対して、熱的に溶解させることなく、レーザビームが照射された表面から順次、その高分子の分子の一つ一つを励起させて分子間結合を開裂させ、固体の状態にある分子を直接飛散させることにより、加工することができる。この加工方法は、通常、アブレーション加工と言われている。このアブレーション加工は、CO₂レーザや、YAGレーザによる基本波～532, 354, 7nmの波長での加工に比べ、高精細な加工を行うことができる。

【0004】このようなアブレーション加工の特質を生かして、本出願人により、アブレーション加工により樹脂板に開口を形成することによって、例えば、プリント基板にクリーム半田を印刷するための印刷用プラスチックマスクなどを製造する技術が提案されている（特開平7-016924号公報、特開平7-081027号公報、特開平9-232720号公報など）。

【0005】また、本出願人は、上述のような印刷用プラスチックマスクなどを製造するためのエキシマレーザによる加工装置として、レーザビームの照射範囲に応じた一定の大きさの区画毎に、予め分割して形成された様々な形状の透過口からなる加工パターンを有するアパーチャマスクを使用して、該アパーチャマスクの任意の区画の加工パターンを、該レーザビームにより選択的に照射し、該アパーチャマスクの選択された区画の加工パターンを透過したレーザビームをワークに照射して、該ワークに該加工パターンに応じた形状のレーザ加工を行うレーザによる加工装置を開発した（特願平10-174100号）。

【0006】このレーザによる加工装置は、一つのアパーチャマスクの各区画に、予め必要な形状の加工パターンを形成しておくことができるので、個別の形状の加工パターンが形成された多数のアパーチャマスクを必要に応じて交換しながら加工を行う従来の加工装置に比べ、その加工時間を著しく短縮することができ、また、アパーチャマスクの管理も極めて容易になるなどのメリットを有している。

【0007】また、上述のアブレーション加工技術を利用して、樹脂板の表面に印刷パターンとしての凹部を彫り込むことによって、凹版印刷用のプラスチック製の凹版を形成することができる。この種の凹版を用いて電子部品を製造する方法として、従来、可撓性樹脂の表面に導体パターンに対応した凹部を彫り込んで凹版を形成し、該凹版の凹部にAgペーストを充填して、被印刷体としての絶縁性基板上に該凹版を重ね合わせて加圧密着させた後、絶縁性基板から該凹版を引き剥がして該Agペーストを絶縁性基板上に転写し、該Agペーストを焼成して絶縁性基板上に導体パターンを形成する電子部品

の製造方法が提案されている（特開平7-169635号公報、特開平9-330843号公報など）。このように、上記凹版を用いて絶縁性基板上にAgペーストなどの導電性ペーストを凹版印刷することで、例えば、セラミックチップの上に配線やコイルなどの導体パターンを形成することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、エキシマレーザによるアブレーション加工技術を利用して製造された凹版は、例えば、図16に示すように、樹脂板からなる凹版材1Aに、エキシマレーザの発するレーザビームLが照射されて凹部1aが彫り込まれた際に、該凹部1aの底面と側面で構成されるコーナー部1bが鋭角になり、且つ、該コーナー部1bが他の底面よりも深く彫り込まれて、該コーナー部1bに溝1cが形成される不具合がある。

【0009】このような溝1cが形成されるのは、次のようなことが原因であるといわれている。すなわち、図17に示すように、エキシマレーザによるアブレーション加工によって凹版材1Aに形成された凹部1aの内壁1dは、凹版材1Aに照射されるレーザビームLの単位面積当たりのエネルギー密度が、加工可能なしきい値を上回ることができないことによるとされる角度の傾斜面となることが知られている。これにより、凹版材1AにレーザビームLが照射された際に、この凹部1aの内壁1d（傾斜面）によって反射される反射光L1と、該凹部1aの底面に直射される直射光L2とが、該凹部1aのコーナー部1bの付近で重なり合って、該コーナー部1bに照射されるレーザビームLのエネルギー密度が増大され、該コーナー部1bが他の底面よりも深く彫り込まれるためと考えられている。

【0010】また、溝1cが形成される他の原因としては、エキシマレーザによるアブレーション加工によって凹版材1Aがガス化する際のインパクトにより該凹部1aの内壁1dが叩かれて、該凹部1aのコーナー部1bに応力が集中するため、あるいは、該ガス化によって例えば6000℃もの高温ガスの溜まりが一瞬（数10ns程度）生成され、この高温ガスによる二次的な熱加工によって、該コーナー部1bが他の底面よりも深く彫り込まれるためなどと考えられている。

【0011】このため、このようなエキシマレーザによるアブレーション加工技術を利用して製造される凹版では、その製造工程で発生したアブレーションガスのインパクトによって加工される凹部の内壁が叩かれることになり、応力の集中する凹部1aの溝1cにクラック1eが発生することになる。また、前述したように被印刷体から該凹版を引き剥がしてペーストを被印刷体上に転写する際に、該凹版の凹部1aからペーストが版抜けするときに生じるストレスが該凹部1aの内壁1dにかかることによって、該凹部1aのコーナー部1bに該ストレ

スによる応力が集中して、該コーナー部1bに形成されたクラック1eが成長することがあった。このように、この種の従来の凹版は、ペースト印刷が繰り返行われることによって、その凹部1aのコーナー部1bに生じたクラック1eが次第に成長し、やがて該凹部1aのコーナー部1bが破損されて使用できなくなる（つまり短寿命である）という欠点があった。特に、ペーストを硬化させてから版抜けさせる印刷法を行う場合には、凹部1aのコーナー部1bの破損が顕著に現れる。

【0012】本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、凹部のコーナー部にクラックが発生することがない長寿命な凹版並びに該凹版の製造方法及びその装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明は、印刷パターンとしての凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版であって、上記凹部の底面と側面で構成されるコーナー部が、面取り形状またはアール形状に形成されていることを特徴とするものである。

【0014】この凹版においては、その凹部の底面側のコーナー部が面取り形状またはアール形状に形成されているので、該コーナー部にストレスが集中しにくく、その機械的強度が増大される。この結果、ペースト印刷を繰り返行ってもコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られる。

【0015】請求項2の発明は、エキシマレーザの発するレーザビームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造方法であって、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材に、上記レーザビームを照射して該凹版材に上記凹部を形成する際に、該凹版材に対する該レーザビームの照射面積及び照射時間を順次変化させて、該レーザビームの照射面積に応じた加工パターン及び該レーザビームの照射時間に応じた深さの凹部を該凹版材に順次形成することによって、該凹部の底面と側面で構成されるコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成することを特徴とするものである。

【0016】この凹版の製造方法においては、上記凹版材にレーザビームを照射して該凹版材に凹部を形成する際に、該凹版材に対する該レーザビームの照射面積及び照射時間が順次変化される。これにより、該レーザビームの照射面積に応じた加工パターン及び該レーザビームの照射時間に応じた深さの凹部が該凹版材に順次形成される。つまり、この製造方法によれば、該凹版材に対す

る該レーザビームの照射面積と、該凹版材に照射されるレーザビームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になる（詳しくは後述する）。この結果、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が増大され、コーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られる。

【0017】請求項3の発明は、請求項2の凹版の製造方法において、上記凹版材に対するレーザビームの照射面積を、順次増大させることを特徴とするものである。

【0018】この凹版の製造方法においては、上記凹版材に対するレーザビームの照射面積が順次増大されるので、該レーザビームの照射により凹版材に形成される加工パターンのパターン面積が、小さな状態から大きな状態となるように次第に増大される。これにより、該凹版材に対する該レーザビームの照射面積と、該凹版材に照射されるレーザビームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、滑らかな階段状の面取り形状あるいはよりアール形状に近い形状に形成される（詳しくは後述する）。この結果、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が更に増大され、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版が得られる。

【0019】請求項4の発明は、請求項2又は3の凹版の製造方法において、上記レーザビームの照射経路に、上記印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを有するアパーチャマスクを配置し、該アパーチャマスクの各アパーチャを該レーザビームの照射経路に順次選択的に臨ませ、該レーザビームの照射経路に順次臨む各アパーチャを通して上記凹版材に該レーザビームを順次照射することにより、該凹版材に対するレーザビームの照射面積を段階的に変化させることを特徴とするものである。

【0020】この凹版の製造方法においては、上記アパーチャマスクに形成された複数種のアパーチャが、レーザビームの照射経路に順次選択的に臨むことによって、上記凹版材に対するレーザビームの照射面積が段階的に変化される。すなわち、凹版材に照射されるレーザビームの照射面積は、該レーザビームの照射経路に臨んでいるアパーチャのパターン面積によって決定される。従って、アパーチャマスクに形成された複数種のアパーチャが、該レーザビームの照射経路に順次選択的に臨むことにより、該レーザビームの照射経路に臨んでいるアパーチャのパターン面積に応じて、凹版材に照射されるレーザビームの照射面積が変化される。この結果、各アパーチャのパターン面積と、各アパーチャを通して凹版材に照射されるレーザビームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状

に形成することが可能になる。

【0021】請求項5の発明は、請求項4の凹版の製造方法において、上記複数種のアパーチャを1つのアパーチャマスク上に形成し、該アパーチャマスクを上記レーザービームの照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って回転移動又は直線移動させることにより、該照射経路に各アパーチャを選択的に臨ませることを特徴とするものである。

【0022】この凹版の製造方法においては、上記アパーチャマスクが上記レーザービームの照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って回転移動又は直線移動することによって、1つのアパーチャマスク上に形成された複数種のアパーチャが、該照射経路に臨むように入れ替えられる。これにより、1つのアパーチャマスクの各区画に、予め必要な印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを形成しておくことができるので、複数種のアパーチャが個別に形成された多数のアパーチャマスクを加工の都度入れ替える必要がなく、加工時間を著しく短縮することができ、また、アパーチャマスクの管理を容易化したりアパーチャの入れ替え機構を簡素化したりすることができる。

【0023】請求項6の発明は、請求項2又は3の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路に、上記印刷パターンに対応した形状の開口を有し且つ該開口のパターン面積を任意の値に設定できるシャッタを配置し、該シャッタの開口のパターン面積を変化させながら、該シャッタの開口を通して上記凹版材に該レーザービームを照射することにより、該凹版材に対するレーザービームの照射面積を変化させることを特徴とするものである。

【0024】この凹版の製造方法においては、上記シャッタの開口のパターン面積が変化されることによって、上記凹版材に対するレーザービームの照射面積が変化される。すなわち、凹版材に照射されるレーザービームの照射面積は、該レーザービームの照射経路に配置されたシャッタの開口のパターン面積によって決定される。従って、該シャッタの開口のパターン面積が変化されることにより、該シャッタの開口を通して上記凹版材に照射されるレーザービームの照射面積が変化される。この結果、該シャッタの開口のパターン面積と、該シャッタの開口を通して凹版材に照射されるレーザービームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になる。

【0025】請求項7の発明は、エキシマレーザーの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷

パターンを印刷するための凹版の製造方法であって、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材に、上記レーザービームを照射して該凹版材に上記凹部を形成する際に、該レーザービームのエネルギー密度を変化させて、該レーザービームによって該凹版材に彫り込まれる凹部の内壁の傾斜角度を順次変化させることにより、該レーザービームのエネルギー密度に応じた形状の凹部を該凹版材に形成することを特徴とするものである。

【0026】エキシマレーザーの発するレーザービームのエネルギー密度と、凹版材に彫り込まれる凹部の内壁の傾斜角度とあいだには、エネルギー密度が大きい場合には該傾斜角度が小、エネルギー密度が小さい場合には該傾斜角度が大となる関係があることが知られている。従って、上記レーザービームのエネルギー密度を所定の値に調整して、該レーザービームによるアブレーション加工を行うことにより、上記凹版材に彫り込まれる凹部の内壁の傾斜角度を容易に変化させることが可能となる。そこで、この凹版の製造方法においては、レーザービームを照射して凹版材に凹部を形成する際に、該レーザービームのエネルギー密度を変化させて、該レーザービームによって該凹版材に彫り込まれる凹部の内壁の傾斜角度を順次変化させる。これにより、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、該レーザービームのエネルギー密度に応じて段階的に傾斜した面取り形状に形成され、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が増大されて、コーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られる。

【0027】請求項8の発明は、請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザービームのエネルギー密度を順次増大させることを特徴とするものである。

【0028】この凹版の製造方法においては、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度が順次増大されて、該レーザービームによって該凹版材に凹部が彫り込まれるので、内壁の傾斜角度が凹部の深さ方向に向かって次第に大きくなるように凹部が形成される。これにより、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、より傾斜した面取り形状に形成され、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が更に増大されて、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版が得られる。

【0029】請求項9の発明は、請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザービームの照射経路に、集光率の異なった集光レンズを、順次交換しながら配置して、該レーザービームのエネルギー密度を変化させることを特徴とするものである。

【0030】凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度は、レーザービームの照射経路に配置された集光レンズの集光率を変えることで変化することが知られている。そこで、この凹版の製造方法においては、集光率の異なった集光レンズを複数個用意し、各集光レンズを

レーザビームの照射経路に順次交換しながら配置して、凹版材に照射されるレーザビームのエネルギー密度を変化させる。これにより、凹版材に内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部が形成される。

【0031】請求項10の発明は、請求項7の凹版の製造方法において、上記エキシマレーザの駆動電圧を制御して、上記レーザビームのエネルギー密度を変化させることを特徴とするものである。

【0032】エキシマレーザの発するレーザビームのエネルギー密度は、エキシマレーザの駆動電圧を変えることにより変化することが知られている。そこで、この凹版の製造方法においては、エキシマレーザの駆動電圧を制御して、凹版材に照射されるレーザビームのエネルギー密度を変化させる。これにより、凹版材に内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部が形成される。

【0033】請求項11の発明は、請求項7の凹版の製造方法において、上記レーザビームの照射経路にアッテネータを配置し、該アッテネータにより該レーザビームの透過率を制御して、該レーザビームのエネルギー密度を変化させることを特徴とするものである。

【0034】エキシマレーザの発するレーザビームのエネルギー密度は、レーザビームの照射経路にアッテネータを配置し、該アッテネータにより該レーザビームの透過率を制御することによって変化することが知られている。そこで、この凹版の製造方法においては、該アッテネータによりレーザビームの透過率を制御して、凹版材に照射されるレーザビームのエネルギー密度を変化させる。これにより、凹版材に内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部が形成される。

【0035】請求項12の発明は、エキシマレーザの発するレーザビームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造装置であって、エキシマレーザと、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザビームを照射させる照射光学系と、上記印刷パターンに対応し且つパターン面積比率が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを有するアパーチャマスクを、該レーザビームの照射経路に対して該アパーチャが対応するように保持するアパーチャマスク保持手段と、該凹版材への該レーザビームの照射時に、該アパーチャマスクの各アパーチャを、該レーザビームの照射経路に対して順次選択的に入れ替えて対応させるアパーチャ入れ替え手段と、該照射経路に順次対応した各アパーチャを通して該凹版材に該レーザビームを順次照射するレーザ駆動回路と、を有することを特徴とするものである。

【0036】この凹版の製造装置においては、請求項4の凹版の製造方法によって形成される凹部のコーナー部の形状が階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0037】請求項13の発明は、請求項12の凹版の製造装置において、上記アパーチャ入れ替え手段は、上記照射経路に、パターン面積が小さなアパーチャからパターン面積が大きなアパーチャの順に、各アパーチャを入れ替えて配置するように制御されることを特徴とするものである。

【0038】この凹版の製造装置においては、請求項4の凹版の製造方法によって形成される凹部のコーナー部の形状が、よりアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができる。

【0039】請求項14の発明は、請求項12又は13の凹版の製造装置において、上記複数種のアパーチャは、1つのアパーチャマスク上に形成されており、上記アパーチャ入れ替え手段は、上記照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って該アパーチャマスクを回転移動又は直線移動させて該照射経路に入れ替えるように構成されていることを特徴とするものである。

【0040】この凹版の製造装置においては、上記アパーチャ入れ替え手段により、上記アパーチャマスクが上記レーザビームの照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って回転移動又は直線移動することによって、1つのアパーチャマスク上に形成された複数種のアパーチャが、該照射経路に臨むように入れ替えられる。これにより、1つのアパーチャマスクの各区画に、予め必要な印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを形成しておくことで、複数種のアパーチャが個別に形成された多数のアパーチャマスクを加工の都度入れ替える必要がなくなり、加工時間を著しく短縮することができ、また、アパーチャマスクの管理が容易化され、アパーチャ入れ替え手段の構造が簡素化される。

【0041】請求項15の発明は、エキシマレーザの発するレーザビームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造装置であって、エキシマレーザと、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザビームを照射させる照射光学系と、該レーザビームの照射経路に配置され、上記印刷パターンに対応した形状の開口を有し且つ該開口のパターン面積を任意の値に設定できるシャッタと、該凹部材への該レーザ

ビームの照射時に、該シャッタの開口のパターン面積を変化させるシャッタ駆動手段と、該シャッタの開口を通して上記凹版材に該レーザービームを照射するレーザー駆動回路と、を有することを特徴とするものである。

【0042】この凹版の製造装置においては、請求項6の凹版の製造方法により形成される凹部のコーナー部の形状が階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0043】請求項16の発明は、請求項15の凹版の製造装置において、上記シャッタ駆動手段は、シャッタの開口のパターン面積を順次増大させるように制御されることを特徴とするものである。

【0044】この凹版の製造装置においては、請求項6の凹版の製造方法により形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、よりアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができる。

【0045】請求項17の発明は、エキシマレーザの発するレーザービームによって加工された印刷パターンに対応する凹部を有し、該凹部に充填されたペーストを被印刷体に密着させた後、該ペーストを該凹部から版抜けさせて被印刷体側に転写することによって、被印刷体に印刷パターンを印刷するための凹版の製造装置であって、エキシマレーザと、上記凹版を製造するためのワークとしての凹版材を載置するワーク載置台と、該ワーク載置台上に載置された凹版材に対して、該エキシマレーザの発するレーザービームを照射させる照射光学系と、該エキシマレーザを駆動するレーザー駆動回路と、該凹版材への該レーザービームの照射時に、該レーザービームのエネルギー密度を変化させるエネルギー密度可変手段と、を有することを特徴とするものである。

【0046】この凹版の製造装置においては、請求項7の凹版の製造方法により形成される凹部の内壁の形状が多面体状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0047】請求項18の発明は、請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームのエネルギー密度を順次増大させるように制御されることを特徴とするものである。

【0048】この凹版の製造装置においては、請求項8の凹版の製造方法により形成される凹部のコーナー部の形状が、より傾斜した面取り形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができる。

【0049】請求項19の発明は、請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームの照射経路に配置される集光率の異なった複数の集光レンズと、該凹版材への該レーザービームの

照射時に、該照射経路に該集光レンズを順次選択的に交換して配置するレンズ交換手段と、で構成されていることを特徴とするものである。

【0050】この凹版の製造装置においては、上記エネルギー密度可変手段により、レーザービームの照射経路に配置される集光レンズを、集光率の異なった他の集光レンズと順次交換しながら、レーザービームの照射経路に配置して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させる。これにより、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0051】請求項20の発明は、請求項17の凹版の製造装置において、上記エネルギー密度可変手段は、上記エキシマレーザの駆動電圧を制御する駆動電圧制御手段で構成されていることを特徴とするものである。

【0052】この凹版の製造装置においては、上記エネルギー密度可変手段により、エキシマレーザの駆動電圧を制御して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させる。これによって、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0053】請求項21の発明は、請求項17の凹版の製造方法において、上記エネルギー密度可変手段は、上記レーザービームの照射経路に配置された該レーザービームの透過率を制御するためのアッテネータで構成されていることを特徴とするものである。

【0054】この凹版の製造装置においては、上記エネルギー密度可変手段としてのアッテネータにより、レーザービームの透過率を制御して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させる。これによって、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができる。

【0055】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、セラミックなどからなるチップに導電体コイルをペースト印刷するための、PETやポリイミド等のプラスチック材からなる凹版材に、該導電体コイルの印刷パターンに対応する凹部（加工パターン）を形成した印刷用の凹版、並びに、該凹版の製造方法及びその装置に適用した実施形態について説明する。

【0056】図1は、本実施形態に係る凹版の製造装置の全体構成の一例を示す概略図である。図1に示すように、この凹版の製造装置は、光源としてのエキシマレーザ10、照射光学系20、シャッタ30、カード型のアパーチャマスク40、結像光学系50、加工対象物である凹版材1Aが載置される加工対象物駆動手段としてのワーク載置台62及びX-Yステージ63、制御手段としてのコントローラ100等により構成されている。

【0057】上記エキシマレーザ10は、コントローラ100により制御されたレーザ駆動回路11から出力される駆動トリガ信号に基づいて、所定の繰り返し周波数（例えば200Hz）で紫外領域（例えば、波長=248nm）のパルスレーザビームLを出射する。図2

（a）に示すように、エキシマレーザ10から出射されるレーザビームLの断面形状Lp1は、 $a=9\sim12\text{mm}$ 、 $b=20\sim27\text{mm}$ 程度の長円形状になっている。

【0058】上記照射光学系20は、光学アッテネータ21、アパーチャマスク40に照射される光の断面形状を調整する断面形状調整手段としてのビーム形状調整光学系22、照射レンズ群23、反射ミラー24等により構成されている。光学アッテネータ21は、面对称となるように互いに対向する表面に多層膜が形成された2枚1組の石英ガラス板により構成され、該石英ガラス板の傾きにより通過するレーザビームLのエネルギー密度を変化できる。この光学アッテネータ21により、レーザビームのエネルギー密度が、凹版材1Aに加工される凹部1aの加工形状に適したエネルギー密度に調整される（詳しくは後述する）。

【0059】ビーム形状調整光学系22は、上記光学アッテネータ21のレーザビーム光路下流側に配置されており、図2（b）に示す断面が半月状のシリンドリカルレンズ22aや、凹レンズ22b等からなるコリメータ光学素子等により構成されている。このビーム形状調整光学系22により、レーザビームの断面形状が、図2（c）に示すような、一辺の寸法cが約11~12mm程度のほぼ正方形の形状に整形される。

【0060】上記照射レンズ群23は、ビーム形状調整光学系22によって断面形状がほぼ正方形にされたレーザビームをアパーチャマスク40上に集光するものである。この照射レンズ群23からのレーザビームは、反射ミラー24により下方のアパーチャマスク40に向けて反射される。

【0061】上記シャッタ30は、アパーチャマスク40に形成されている光通過パターンであるアパーチャPaのうちの使用しないものを覆うものであり、図3に示すように、レーザビームLの光軸に垂直で互いに直交する2方向（X方向およびY方向）において外側から挟み込むように移動可能な2組のシャッタ部材31a、31b及び32a、32bと、該シャッタ部材の移動を制御する駆動制御手段としての駆動モータなどからなる駆動系33とにより構成されている。この駆動系33は、駆動回路34を介してコントローラ100により制御され、各シャッタ部材31a、31b及び32a、32bを独立に移動できるようになっている。ここで、Y方向に移動するシャッタ31a、31b同士がリンクして移動し、X方向に移動するシャッタ部材32a、32b同士がリンクして移動するように構成してもよい。また、上記4枚のシャッタ部材31a、31b及び32a、3

2bを用いる代わりに、L字形状や三日月形状の複数枚のシャッタ部材を組み合わせ、各シャッタ部材をそれぞれ所定の方向に移動させることにより、光が通過する範囲（照射スポット）を、菱形やほぼ円形状に形成するように構成してもよい。更に、凹版材1Aに形成する凹部1aの開口形状が、矩形や菱形及び円形状などの比較的単純な形状である場合には、上記アパーチャマスク40のアパーチャPa代わりに、上述したシャッタ部材によって形成される開口Psを、光通過パターンとして使用するようにしてもよい。

【0062】上記シャッタ部材31a、31b及び32a、32bの材質としてはステンレス材をエッチングしたものを用いているが、このほかに、アパーチャマスク40と同じ材料やモリブデンなどの耐久性に優れた材料を用いたり、必要に応じてニッケルメッキしたものを用いたりしてもよい。また、上記シャッタ部材31a、31b及び32a、32bとして、ガラス板上に高反射率の誘電体多層膜からなる遮光パターンを形成したものを採用してもよい。また、各シャッタ部材31a、31b及び32a、32bの光入射側の面は、レーザビームに対して高い反射率を有する光反射面にするのが好ましい。これにより、該シャッタ部材の照射光の吸収を抑制し、該シャッタ部材の照射光吸収による損傷を防止することができる。また、各シャッタ部材31a、31b及び32a、32bの光出射側の面の色は黒色にするのが好ましい。これにより、該シャッタ部材の光出射側の面からの熱輻射を促進させ、該シャッタ部材の昇温を抑え、該シャッタ部材の昇温を抑えて温度上昇による損傷を防止することができる。また、シャッタ部材の昇温を抑えるには、シャッタ部材を冷却用エアが通過するエアカーテン型空気流路中にセットすることも有効である。また、レーザビームが通過する光路に面する各シャッタ部材の内壁面は、光出射側に行くにしたがって広がったテーパ面にしておくのが好ましい。これにより、各シャッタ部材の該光路側の端部によるレーザビームの散乱を小さくすることができる。また、シャッタ部材31a、31bとシャッタ部材32a、32bとの間隙は、できるだけ狭い方が好ましい。本実施形態の場合、該間隙を5~6mm程度以下に設定した。

【0063】上記シャッタ30の開口を通過したレーザビームは、アパーチャマスク40に照射される。このアパーチャマスク40は、レーザビームの照射に対する耐熱性及び耐摩耗性等が優れたステンレス板やガラス基板上に誘電体多層膜を形成したものなどで構成することができ、ガイド部材41上に固定部材42で保持されている。このガイド部材41及び固定部材42により、アパーチャマスクを保持する保持手段が構成されている。また、このガイド部材41及び固定部材42は、光軸周りに回転駆動することができるよう駆動モータ等からなる駆動系43で駆動される。この駆動は、駆動回路44

を介してコントローラ100により制御される。

【0064】また、上記アパーチャマスク40には、図4(a)に示すように、レーザビームLの光通過領域(照射スポット)40aに、凹版材1Aに形成される凹部1aに対応した光通過パターンとしてのアパーチャPaが形成されている。本実施形態に係る製造装置のアパーチャPaは、前述のセラミックなどからなるチップにペースト印刷される導電体コイルに対応した渦巻き形状の光通過パターンである。ここで、該光通過パターンは、図4(a)に示すように、1つのアパーチャマスク40に、1個のみ形成するようにしてもよいし、1つのアパーチャマスク40に、複数個形成するようにしてもよい。また、寸法が大きい光通過パターン(例えば、凹版材1A上の複数の照射区画にまたがるような光通過パターン)の場合は、該光通過パターンを分割したアパーチャPaが形成されている複数のアパーチャマスク40を用いて、該光通過パターンを凹版材1A上に形成すればよい。本実施形態に係る製造装置においては、光通過パターンのパターン面積が、例えば、図4(a)、

(b)、(c)に示すように、段階的に大きくなるように異なったアパーチャPa、Pb、Pcが形成された複数枚のアパーチャマスク40、40'、40"が、凹版材1Aに形成される凹部1aの加工パターン形成に必要な枚数(例えば、数十～数百枚)用意される。

【0065】また、本実施形態では、上記光通過領域40aを10mm角の正方形に設定している。このように光通過領域を正方形の形状にすることにより、アパーチャマスク40を90°ずつ回転させた場合でも、レーザビームLの断面形状を該光通過領域に合わせて整形しなおす必要がない。

【0066】また、このアパーチャマスク40は、上記固定部材42で所定の位置に固定するために、固定部材42のピン42aに係合するかぎ孔40bを有し、端部には、識別マークとしての2次元バーコード45が形成されている。この2次元バーコード45は、図4(d)に示すように1辺dが2mm程度の正方形の形状をしており、25区画に分割されている。この2次元バーコード45により、20桁の英数字の識別が可能である。装置本体には、2次元バーコード45を読み取る読取手段としての光学センサ(不図示)が設けられている。また、図4(e)に示すように、固定部材42の中央にはレーザビームが通過するための開口42bを有している。

【0067】上記結像光学系50は、アパーチャマスク40の光通過パターンとしてのアパーチャPaを通過した光を、凹版材1A上に所定の縮小率(例えば、1/5)で結像するものであり、複数の反射ミラー51、52、53、55及び結像光学素子としての結像レンズ群54等により構成されている。

【0068】上記複数の反射ミラーのうち反射ミラー5

2及び53は、図1の紙面の左右方向に移動可能に取り付けられ、図5に示すように、アパーチャマスク40と結像レンズ群54の中心と間の上流側の光路長 L_1 ($=L_{11}+L_{12}+L_{13}+L_{14}$)と、該結像レンズ群54の中心と凹版材1Aとの間の下流側の光路長 L_2 ($=L_{11}+L_{12}$)との光路長比 L_2/L_1 を変える光路長比可変手段を構成している。

【0069】ここで、上記下流側の光路長 L_2 は固定されている。そして、上記反射ミラー52及び53を同時に、例えば図1(図5)のX方向の右側に移動させ、反射ミラー51、52間の距離 L_{12}' 及び反射ミラー53と結像レンズ群54の中心との距離 L_{14}' を長くし、上記上流側の光路長 L_1 を長くすると、光路長比 L_2/L_1 が小さくなる。したがって、図5に示す凹版材1Aの1照射区画の1辺の長さを、アパーチャマスク40上の1光通過領域40aの1辺の長さで割った値である縮小率を大きく、該縮小率の逆数であるM値を小さくすることができる。本実施形態では、上記アパーチャマスク40上の1光通過領域40aの1辺の長さを10mm、上記凹版材1Aの1照射区画の1辺の長さを2mmとし、上記縮小率が1/5になるように、上記結像レンズ群54の焦点距離及び上記下流側の光路長 L_2 を設定するとともに、上記反射ミラー52及び53の位置を調整している。

【0070】図6は、上記反射ミラー52及び53を移動させるための駆動機構の一例を示す平面図である。この駆動機構は、反射ミラー52及び53が所定の角度で固定配置された可動ステージ56、該可動ステージ56を矢印X方向に移動自在にガイドするガイド枠体57、該可動ステージ56の下側に形成された雌ねじ部に螺合しモータ58で回転駆動される棒状のねじ部材59等により構成されている。

【0071】上記凹版材1Aは枠体61に取り付けられ、略水平な載置面を有するワーク載置台62上に載置される。このワーク載置台62は、載置面を、図1の紙面に対して直交する水平な平面のX方向と、Y方向とに移動させることができるX-Yテーブル63上に配設されている。このX-Yテーブル63は、リニアモータ、超音波モータあるいはピエゾ素子などで構成された駆動系64を介して、X-Y方向に駆動される。この駆動系64は、駆動モータ(サーボモータ、ステッピングモータなど)と、ラックとピニオンあるいはワイヤーとプーリとを組み合わせる構成してもよい。上記駆動系64は、コントローラ100からの駆動指令に基づいて駆動系の駆動モータに駆動電力を供給する駆動回路65により駆動制御される。上記X-Yテーブル63及び駆動系64等により、加工対象物である凹版材1Aを駆動する加工対象物駆動手段が構成されている。

【0072】上記構成の凹版の製造装置において、上記凹版材1Aに加工される加工パターンの要素形状に対応

する光通過パターンとしてのアパーチャPaが形成されたアパーチャマスク40に、上記照射光学系20からのレーザビームLが照射される。このアパーチャマスク40のアパーチャPaを透過したレーザビームLの光像が、結像光学系50により、上記X-Yテーブル63により所定の照射区画（加工部位）が該レーザビームLの照射スポットに臨むように移動された該凹版材1Aの加工面に結像される。この凹版材1Aの加工面に結像される光像により、該アパーチャマスク40のアパーチャPaに対応した形状の凹部1aが、アブレーション加工により凹版材1Aの加工面に彫り込まれる。

【0073】ここで、アパーチャマスク40の光通過パターンを光軸を中心に90°単位で傾けた軸対称の加工パターンを、凹版材1A上に形成する場合は、X-Y-θテーブル42を回転駆動することにより、アパーチャマスク40を該光軸を中心に回転させる。

【0074】また、上記構成の凹版の製造装置におけるアパーチャマスク40の切り替えは次のようにして行う。図7(a)に示すように、アパーチャマスク40をレーザビームLの照射位置で保持するガイド部材41は、その照射位置の両側で他のアパーチャマスク40'、40''を凸状の支持部41aで中間的に保持する中間保持手段を兼ねている。中央に位置するアパーチャマスク40による加工が終了すると、図7(b)に示すように固定部材42が下降し、ピン42aの係合が解除され、アパーチャマスク40を図示しない搬送機構で移動させる。ここで、現在の加工中のアパーチャマスク40の隣に、次の加工に用いるアパーチャマスク40が待機しているので、速やかに次のアパーチャマスク40による加工プロセスに移行できる。

【0075】また、図8に示すように、ガイド部材41の両側には、複数のアパーチャマスク40を収納する収納手段としてのカセット46、47を備えている。図中の左側のカセット46が供給用のカセットであり、右側のカセット47が使用後のアパーチャマスク40が収納させる回収用のカセットである。各カセット46、47とも、図示しないカセット駆動機構により上下方向に駆動制御可能になっており、所定の位置でガイド部材へのアパーチャマスク40の受け渡しをする。このカセット駆動機構及びその制御部により、加工パターンに基づいてアパーチャマスク40を選択する選択手段が構成されている。

【0076】また、図9に示すように、本実施形態の凹版の製造装置と、多数のアパーチャマスク40を格納する格納手段としての格納棚70と、それらの間の搬送手段としての搬送機構とを組み合わせることにより、更には他品種の凹版の製造が可能となる凹版製造システムを構成することができる。この凹版製造システムでは、アパーチャマスク40のカセット46、47へのセットをより速やかに行うために、頻繁に使用するアパーチャマス

ク40を格納棚70のピックアップ位置に近い箇所70aに格納し、使用頻度の低いアパーチャマスク40を該ピックアップ位置から遠い箇所70bに格納しておくのが好ましい。また、カセット46、47から格納棚70へアパーチャマスク40を格納するときに、アパーチャマスク40の外観を図示しない検査手段で検査し、変形などの不良品となっている場合は格納棚70に格納せずに廃棄処分するように、アパーチャマスク40の搬送を制御してもよい。

【0077】次に、上述のように構成した凹版の製造装置を使用して、凹部の底面と側面で構成されるコーナ部が面取り形状またはアール形状に形成される凹版の製造方法について説明する。このような凹版の製造方法としては、

(1) 凹版材に対するレーザビームの照射面積及び照射時間を順次変化させる方法。

(2) 凹版材に照射されるレーザビームのエネルギー密度を変化させる方法。がある。

【0078】また、(1)の、凹版材に対するレーザビームの照射面積を順次変化させる方法としては、

①パターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを用いる方法。

②開口のパターン面積を任意の値に設定できるシャッタを用いる方法。

がある。

【0079】更に、(2)の、凹版材に照射されるレーザビームのエネルギー密度を変化させる方法としては、

①レーザビームの照射経路に集光率の異なった集光レンズを順次交換しながら配置する方法。

②エキシマレーザの駆動電圧を制御する方法。

③アッテネータによりレーザビームの透過率を制御する方法。

がある。

【0080】まず、上記複数種のアパーチャを用いて、凹版材に対するレーザビームの照射面積を順次変化させることにより、凹部の底面側のコーナ部を面取り形状またはアール形状に形成する凹版の製造方法について説明する。この凹版の製造方法では、例えば、図4

(a)、(b)、(c)に示したように、光通過パターンのパターン面積が、段階的に大きくなる複数種のアパーチャPa、Pb、Pcが形成された加工に必要な数枚（個々では、説明の便宜上3枚とする）のアパーチャマスク40が用意される。まず、図10(a)に示すように、光通過パターンのパターン面積が最小のアパーチャPaが形成されたアパーチャマスク40'を、上記レーザビームの照射経路に配置する。そして、該アパーチャマスク40'のアパーチャPaを通して凹版材1AにレーザビームL'を照射する。これにより、アパーチャPaのパターン面積と、アパーチャPaを通して凹版材1Aに照射されるレーザビームL'の照射時間とに応じた

凹部1a'が凹版材1Aに形成される。次いで、図10(b)に示すように、光通過パターンのパターン面積が中間のアーチャマスク40'が形成されたアーチャマスク40''を、上記レーザービームの照射経路に配置する。そして、該アーチャマスク40''のアーチャPbを通して凹版材1AにレーザービームL''を照射する。これにより、アーチャPbのパターン面積と、アーチャPbを通して凹版材1Aに照射されるレーザービームL''の照射時間とに応じた凹部1a''が凹版材1Aに形成される。次いで、図10(c)に示すように、光通過パターンのパターン面積が最大のアーチャPcが形成されたアーチャマスク40を、上記レーザービームの照射経路に配置する。そして、該アーチャマスク40のアーチャPcを通して凹版材1AにレーザービームLを照射する。これにより、アーチャPcのパターン面積と、アーチャPcを通して凹版材1Aに照射されるレーザービームLの照射時間とに応じた凹部1aが凹版材1Aに形成される。

【0081】このように、この凹版の製造方法においては、各アーチャマスク40'、40''、40がレーザービームLの照射経路に順次配置され、各アーチャマスク40'、40''、40の3種のアーチャPa、Pb、Pcを通して、レーザービームL'、L''、Lが凹版材1Aに照射されるので、凹版材1Aに照射されるレーザービームLの照射面積が段階的に変化する。この結果、各アーチャマスク40'、40''、40に形成された3種のアーチャPa、Pb、Pcのパターン面積と、各アーチャPa、Pb、Pcを通して凹版材1Aに照射されるレーザービームL'、L''、Lの照射時間との関係によって、凹版材1Aに形成される凹部1aの底面側のコーナー部1bの形状が、図10(c)に示すような階段状の面取り形状に形成される。なお、凹部1aのコーナー部1bの形状は、実際には、図10(a)、(b)、(c)の順に、凹部1a'、1a''、1aが次第に彫り広げられることにより、この彫り広げられる際のアブレーション加工によって発生する高温ガスによって、各凹部1a'、1a''のエッジ部が次第に削り取られることにより、図10(c)に破線で示すような比較的滑らかな傾斜面もしくはアール形状に形成されることになる。

【0082】ここで、上記アーチャマスクとしては、図11又は図12に示すように、上記複数種のアーチャPa、Pb、Pcを1つのアーチャマスク40上に形成し、該アーチャマスク40を上記レーザービームLの照射経路に対してほぼ直交する平面に沿って、回転移動又は直線移動させることにより、該レーザービームLの照射経路に各アーチャPa、Pb、Pcを選択的に臨ませるようにしてもよい。この場合には、1つのアーチャマスク40の各区画に、予め必要な印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数

種のアーチャPa、Pb、Pcを形成しておくことができるので、図3(a)、(b)、(c)に示したように、複数種のアーチャPa、Pb、Pcが個別に形成された多数のアーチャマスクを加工の都度入れ替える必要がなく、加工時間を著しく短縮することができ、また、アーチャマスク40の管理を容易化したりアーチャの入れ替え機構を簡素化したりすることができる。

【0083】次に、上記シャッタを用いて凹版材に対するレーザービームの照射面積を順次変化させることにより、凹部の底面側のコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成する凹版の製造方法について説明する。この製造方法に用いられるシャッタ30は、上記印刷パターンに対応した形状の開口Psを有し且つ該開口Psのパターン面積を任意の値に設定できるように構成されている。この凹版の製造方法では、まず、図13(a)に示すように、シャッタ30の開口が、パターン面積が最小になるような開口Ps'に設定される。そして、該シャッタ30の開口Ps'を通して凹版材1AにレーザービームL'を照射する。これにより、開口Ps'のパターン面積と、開口Ps'を通して凹版材1Aに照射されるレーザービームL'の照射時間とに応じた凹部1a'が凹版材1Aに形成される。次いで、図13(b)に示すように、シャッタ30の開口が、パターン面積が中間になるような開口Ps''に設定される。そして、該シャッタ30の開口Ps''を通して凹版材1AにレーザービームL''を照射する。これにより、開口Ps''のパターン面積と、開口Ps''を通して凹版材1Aに照射されるレーザービームL''の照射時間とに応じた凹部1a''が凹版材1Aに形成される。次いで、図13(c)に示すように、シャッタ30の開口が、パターン面積が最大になるような開口Psに設定される。そして、該シャッタ30の開口Psを通して凹版材1AにレーザービームLを照射する。これにより、開口Psのパターン面積と、開口Psを通して凹版材1Aに照射されるレーザービームLの照射時間とに応じた凹部1aが凹版材1Aに形成される。

【0084】このように、この凹版の製造方法においては、レーザービームLの照射経路に配置された該シャッタ30の開口Ps'、Ps''、Psを通して、レーザービームL'、L''、Lが凹版材1Aに照射されるので、凹版材1Aに照射されるレーザービームLの照射面積が段階的に変化する。この結果、該シャッタ30の開口Ps'、Ps''、Psのパターン面積と、該シャッタ30の開口Ps'、Ps''、Psを通して凹版材1Aに照射されるレーザービームL'、L''、Lの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部1aのコーナー部1bの形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になる。なお、凹部1aのコーナー部1bの形状は、実際には、図13(a)、(b)、(c)の順に、凹部1a'、1a''、1aが次第に彫り広げられることにより、この彫り広げ

られる際のアブレーション加工によって発生する高温ガスによって、各凹部1a', 1a''のエッジ部が次第に削り取られるものと考えられるので、図13(c)に破線で示すような比較的滑らかな傾斜面もしくはアール形状に形成されるものと思われる。

【0085】次に、レーザービームの照射経路に集光率の異なった集光レンズを順次交換しながら配置して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させることにより、凹部の底面側のコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成する凹版の製造方法について説明する。前述したように、エキシマレーザー10の発するレーザービームLのエネルギー密度と、凹版材1Aに彫り込まれる凹部1bの内壁1dの傾斜角度 θ とあいだには、例えば、図14に示すように、エネルギー密度が大きい場合には該傾斜角度が小、エネルギー密度が小さい場合には該傾斜角度が大となる関係があることが知られている。また、凹版材1Aに照射されるレーザービームLのエネルギー密度は、レーザービームLの照射経路に配置された集光レンズ（この集光レンズは、例えば、図1に示す結像レンズ群54に配置される）の集光率を変えることで変化することが知られている。

【0086】そこで、この凹版の製造方法においては、図15(a)に示すように、集光率の異なった複数の集光レンズ54a、54b、54cを用意し、各集光レンズ54a、54b、54cを、レーザービームLの照射経路に順次交換しながら配置して、凹版材1Aに照射されるレーザービームLのエネルギー密度を変化させる。これにより、図15(b)に示すように、凹版材1Aに内壁1dの傾斜角度が順次変化した形状の凹部1aが形成される。この結果、凹部1aのコーナー部1bの機械的強度が増大されて、コーナー部1bにクラック1eが発生し難い長寿命な凹版が得られる。

【0087】次に、エキシマレーザーの駆動電圧を制御して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させることにより、凹部の底面側のコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成する凹版の製造方法について説明する。周知のように、エキシマレーザー10の発するレーザービームLのエネルギー密度は、エキシマレーザー10の駆動電圧を変えることにより変化することが知られている。そこで、この凹版の製造方法においては、エキシマレーザー10の駆動電圧を制御して、凹版材1Aに照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させる。これにより、図15(b)に示した凹部1aと同様に、凹版材1Aに内壁1dの傾斜角度が順次変化した形状の凹部1aが形成される。

【0088】次に、図1に示したアッテネータ21により、該レーザービームLの透過率を制御して、該レーザービームLのエネルギー密度を変化させることにより、凹部の底面側のコーナー部を面取り形状またはアール形状に形成する凹版の製造方法について説明する。周知のよう

に、エキシマレーザー10の発するレーザービームLのエネルギー密度は、レーザービームLの照射経路に配置したアッテネータ21により、該レーザービームLの透過率を制御することによって変化することが知られている。そこで、この凹版の製造方法においては、該アッテネータ21によりレーザービームLの透過率を制御して、凹版材1Aに照射されるレーザービームLのエネルギー密度を変化させる。これにより、図15(b)に示した凹部1aと同様に、凹版材1Aに内壁1dの傾斜角度が順次変化した形状の凹部1aが形成される。

【0089】上述のように、この凹版の製造方法によって製造された凹版は、その凹部1aのコーナー部1bが面取り形状またはアール形状に形成されているので、該コーナー部1bの機械的強度が増大される。これにより、ペースト印刷を繰り返し行ってもコーナー部1bに、図17に示したようなクラック1eが発生し難い長寿命な凹版が得られる。

【0090】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、凹部の底面側のコーナー部が面取り形状またはアール形状に形成されているので、該コーナー部の機械的強度が増大され、ペースト印刷を繰り返し行ってもコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られるという優れた効果がある。

【0091】請求項2乃至6の発明によれば、凹版材に対するレーザービームの照射面積と、該凹版材に照射されるレーザービームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になるので、凹版に形成される凹部のコーナー部にストレスが集中しにくく、その機械的強度が増大され、コーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られるという優れた効果がある。

【0092】特に、請求項3の発明によれば、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、滑らかな階段状の面取り形状あるいはよりアール形状に近い形状に形成されるので、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が更に増大され、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版が得られるという優れた効果がある。

【0093】また、請求項4の発明によれば、各アパーチャのパターン面積と、各アパーチャを通して凹版材に照射されるレーザービームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になるという優れた効果がある。

【0094】また、請求項5の発明によれば、1つのアパーチャマスクの各区画に、予め必要な印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数のアパーチャを形成しておくことができるので、複数の

種のアパーチャが個別に形成された多数のアパーチャマスクを加工の都度入れ替える必要がなく、加工時間を著しく短縮することができ、また、アパーチャマスクの管理を容易化したりアパーチャの入れ替え機構を簡素化したりすることができるという優れた効果がある。

【0095】また、請求項6の発明によれば、シャッタの開口のパターン面積と、該シャッタの開口を通して凹版材に照射されるレーザービームの照射時間との関係によって、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状を、階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成することが可能になるという優れた効果がある。

【0096】請求項7乃至11の発明によれば、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度に応じて、該レーザービームによって該凹版材に彫り込まれる凹部内壁の傾斜角度が順次変化された形状の凹部が形成されるので、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が増大され、コーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版が得られるという優れた効果がある。

【0097】特に、請求項8の発明によれば、凹版に形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、より傾斜した面取り形状に形成されるので、凹版に形成される凹部のコーナー部の機械的強度が更に増大されて、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版が得られるという優れた効果がある。

【0098】請求項12の発明によれば、請求項4の凹版の製造方法によって形成される凹部のコーナー部の形状が階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0099】請求項13の発明によれば、請求項4の凹版の製造方法によって形成される凹部のコーナー部の形状が、よりアール形状に近い形状に形成されるので、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0100】請求項14の発明によれば、1つのアパーチャマスクの各区画に、予め必要な印刷パターンに対応し且つパターン面積が段階的に異なった形状の複数種のアパーチャを形成しておくことで、複数種のアパーチャが個別に形成された多数のアパーチャマスクを加工の都度入れ替える必要がなくなり、加工時間を著しく短縮することができ、また、アパーチャマスクの管理が容易化され、アパーチャ入れ替え手段の構造が簡素化されるという優れた効果がある。

【0101】請求項15の発明によれば、請求項6の凹版の製造方法により形成される凹部のコーナー部の形状が階段状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果があ

る。

【0102】請求項16の発明によれば、請求項6の凹版の製造方法により形成される凹部の底面側のコーナー部の形状が、よりアール形状に近い形状に形成されるので、コーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0103】請求項17の発明によれば、請求項7に示したような凹部の内壁の形状が多面体状の面取り形状あるいはほぼアール形状に近い形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0104】請求項18の発明によれば、請求項8の凹版の製造方法により形成される凹部のコーナー部の形状が、より傾斜した面取り形状に形成されたコーナー部にクラックが発生し難い、より長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0105】請求項19の発明によれば、レーザービームの照射経路に配置される集光レンズを、集光率の異なった他の集光レンズと順次交換しながら、レーザービームの照射経路に配置して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させるので、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0106】請求項20の発明によれば、エキシマレーザーの駆動電圧を制御して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させるので、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【0107】請求項21の発明によれば、アッテネータによりレーザービームの透過率を制御して、凹版材に照射されるレーザービームのエネルギー密度を変化させるので、凹部内壁の傾斜角度が順次変化した形状の凹部を有するコーナー部にクラックが発生し難い長寿命な凹版を製造することができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る凹版の製造装置の全体構成の一例を示す概略図。

【図2】(a)は、同凹版の製造装置のエキシマレーザーから出射されるレーザービームの整形前の断面形状を示す説明図。(b)は、同加工装置のビーム形状整形光学系の斜視図。(c)は、同レーザービームの整形後の断面形状を示す説明図。

【図3】同凹版の製造装置のシャッタ部材の斜視図。

【図4】(a)は、同凹版の製造装置に用いるアパーチャマスクの一例を示す平面図。(b)は、同アパーチャマスク上に形成した2次元バーコードの説明図。(c)は、同アパーチャマスクの固定部材の斜視図。

【図5】同凹版の製造装置の結像光学系の光路を示す説

明図。

【図6】同結像光学系の反射ミラーの駆動機構の一例を示す平面図。

【図7】(a)は、ガイド部材上のアパーチャマスクの斜視図。(b)は、同アパーチャマスクの固定解除の説明図。

【図8】アパーチャマスクの供給及び回収の説明図。

【図9】光加工システムの概略図。

【図10】アパーチャを用いた本実施形態に係る凹版の製造方法を示す概略工程図。

【図11】上記アパーチャが形成されるアパーチャマスクの該略斜視図。

【図12】上記アパーチャが形成される他のアパーチャマスクの該略斜視図。

【図13】シャッタを用いた本実施形態に係る凹版の製造方法を示す概略工程図。

【図14】レーザービームのエネルギー密度と凹版に形成される凹部内壁の傾斜角度との関係を示すグラフ。

【図15】集光レンズを用いた本実施形態に係る凹版の製造方法を示す概略工程図。

【図16】従来の凹版材に凹部が加工される工程を説明するための概略断面図。

【図17】従来の凹版材に凹部が加工される際にクラックが発生する過程を説明するための概略断面図。

【符号の説明】

1 A 凹版材

1 a 凹版材に形成される凹部

1 b 凹部のコーナー部

1 c コーナー部に生じる溝

1 d 凹部の内壁

1 e コーナー部に生じるクラック

10 エキシマレーザ

11 エキシマレーザの駆動回路

20 照射光学系

21 アッテネー

23 照射レンズ群

30 シャッタ

40 アパーチャマスク

40 a アパーチャマスク上の光通過領域

40 b 駆動用かぎ穴

41 ガイド部材

42 固定部材

42 a ピン

43 ガイド部材及び固定部材の駆動系

44 ガイド部材及び固定部材の駆動回路

46, 47 カセット

50 結像光学系

54 a, 54 b, 54 c 集光レンズ

60 印刷マスク材

70 格納棚

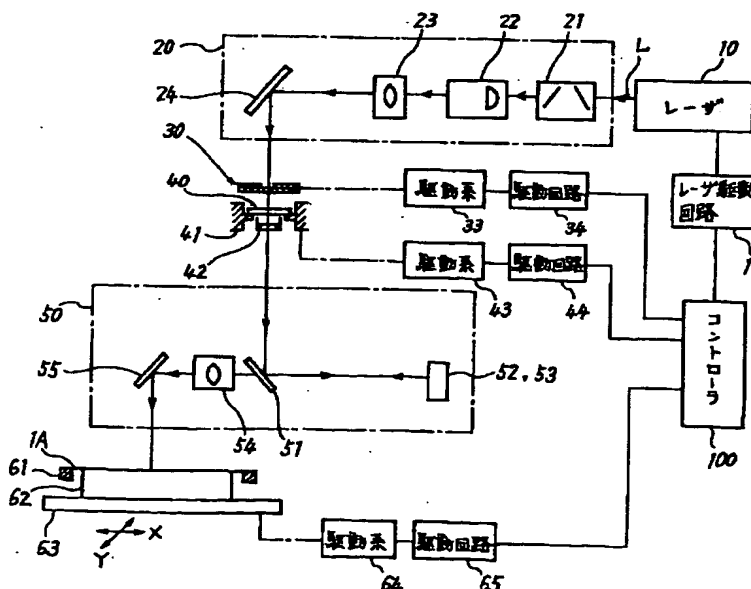
100 コントローラ

L レーザビーム

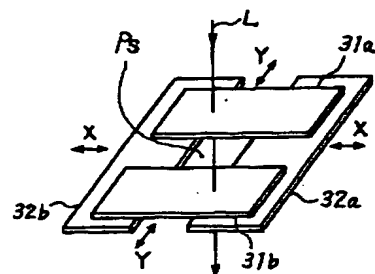
Pa, Pb, Pc アパーチャ

Ps シャッタの開口

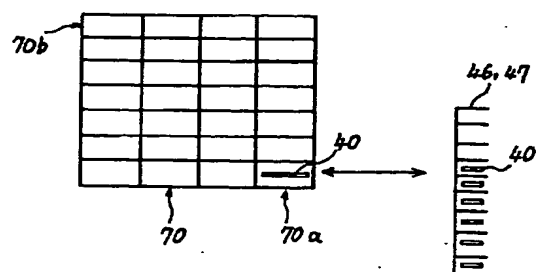
【図1】



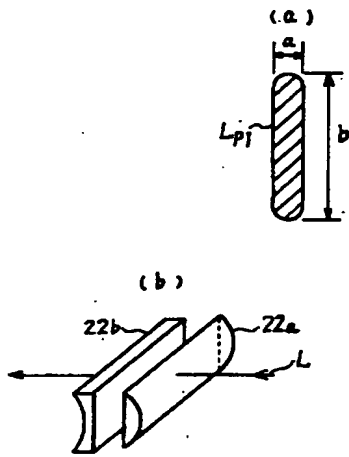
【図3】



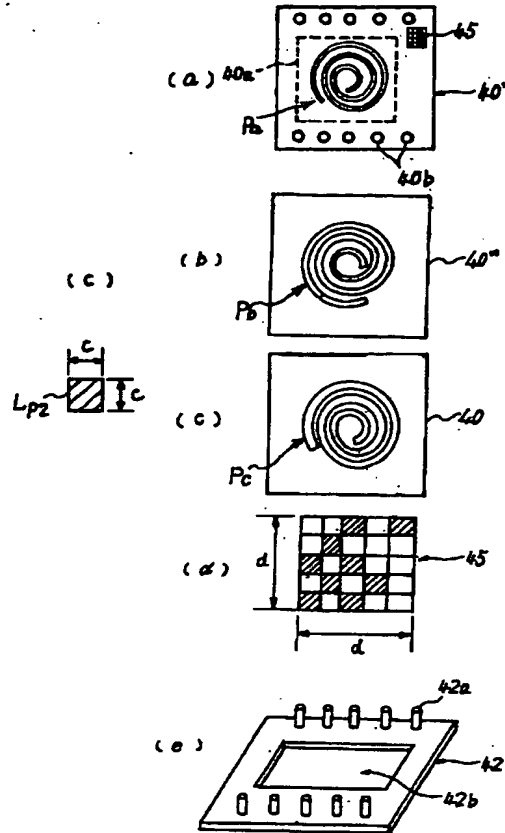
【図9】



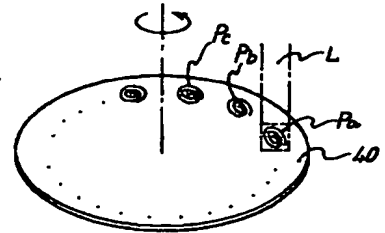
【図2】



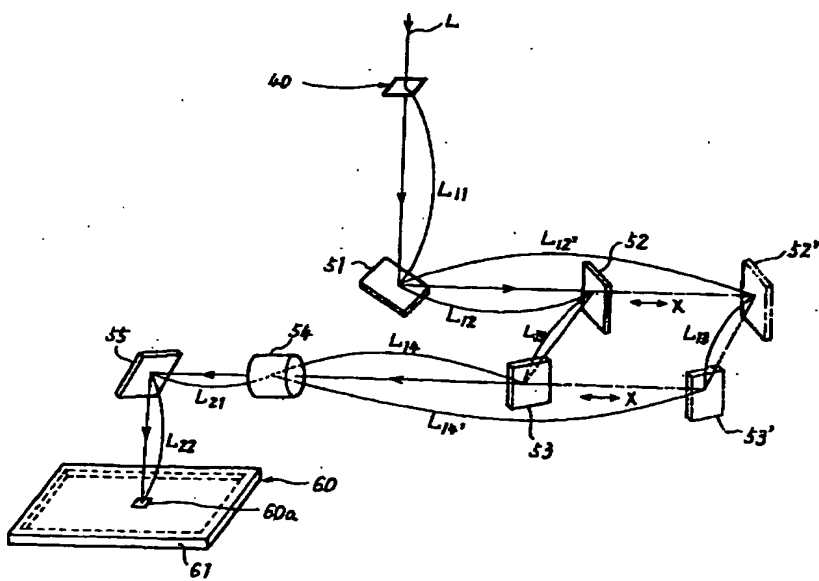
【図4】



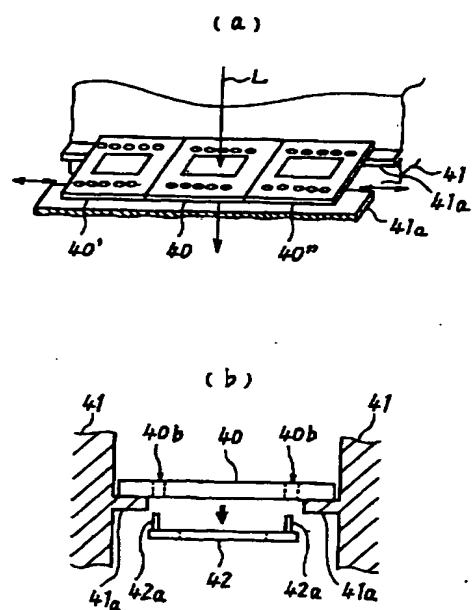
【図11】



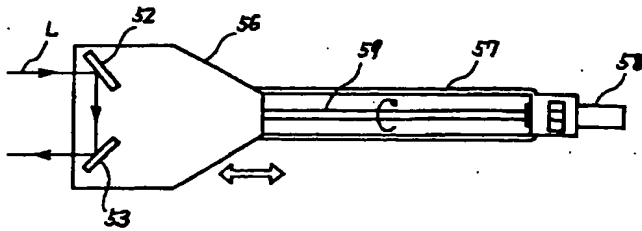
【図5】



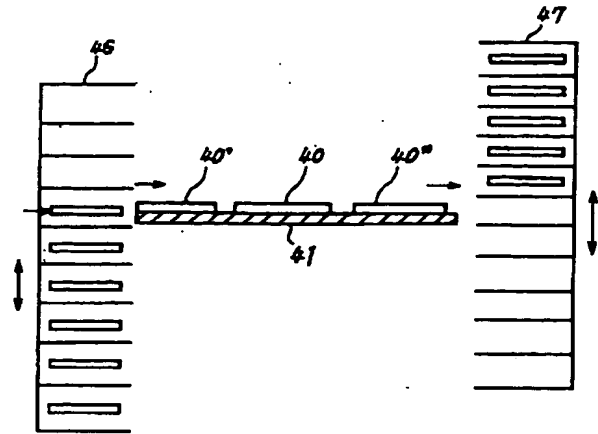
【図7】



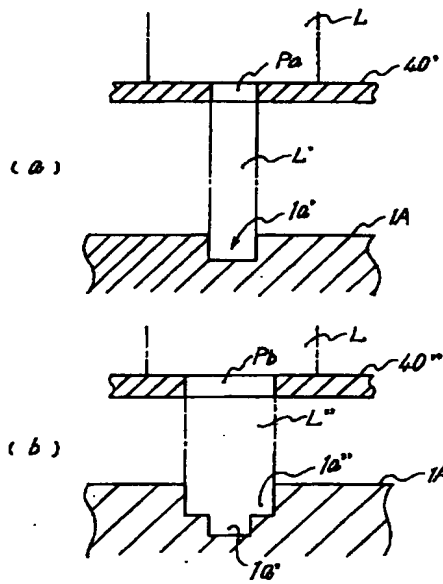
【図6】



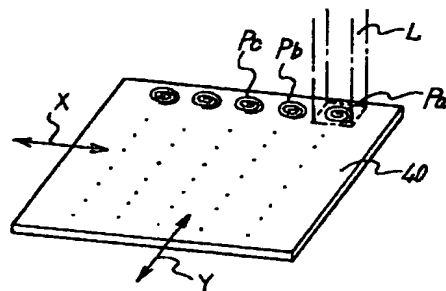
【図8】



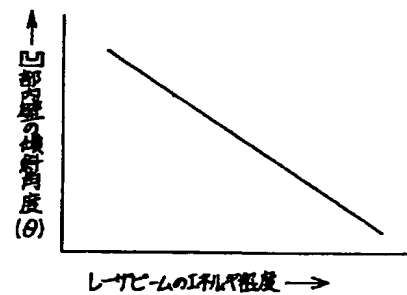
【図10】



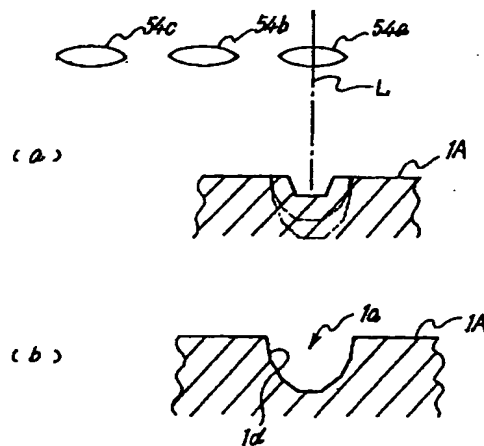
【図12】



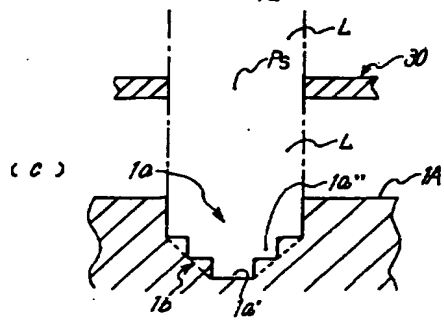
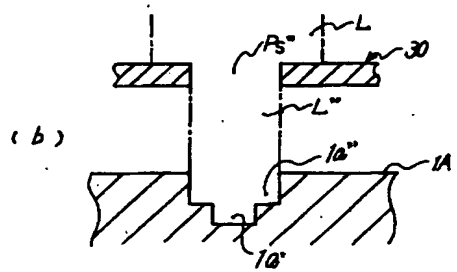
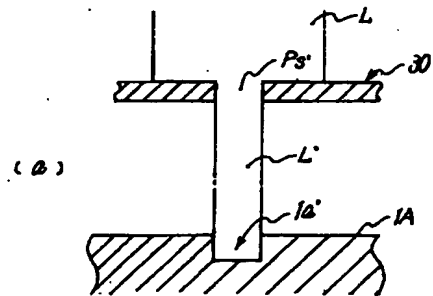
【図14】



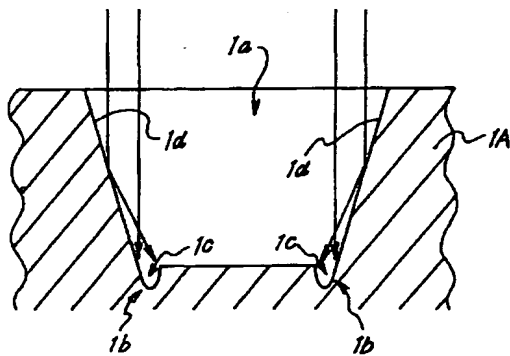
【図15】



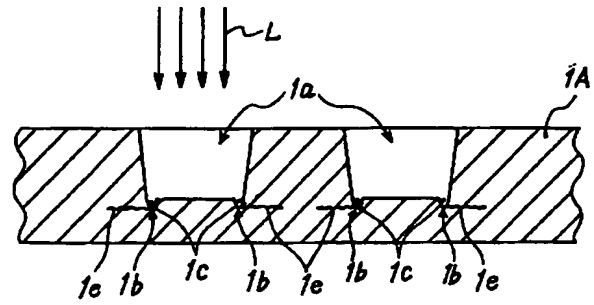
【図13】



【図17】



【図16】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.